



Номер 5 зима 2010 Издание компании НЕТРАММ

В пятом выпуске издания описана история сотрудничества компаний ASL и НЕТРАММ, приведен метод анализа фракционного состава, описаны области применения металлических порошков. Изложена информация о материалах конференции SDMA 2009, грантах и конкурсах.

20 ЛЕТ ЗНАКОМСТВА И СОТРУДНИЧЕСТВА

В 1990 году на международной выставке в г. Минске по порошковой металлургии произошло знакомство доцента МИФИ-2 Шейхалиева Ш.М. и менеджера компании Devu Corporation John Dunkley. Шейхалиев Ш.М. рассказал Дж. Данкли о новых разработках в распылительных технологиях: ультразвукового распыления (УЗР), центробежно-гидравлическое (ЦГР) и центробежно-пневматическое распыление (ЦПР). Dunkley очень заинтересовано отнесся к новым технологиям, однако охарактеризовал их как лабораторные методы, далекие от промышленной реализации.



Слева Д. Данкли
физико-химическое взаимодействие капель расплава и распылительного газа. По этим направлениям работают аспиранты, инженеры и конструкторы.

Однако, уже через пол года он пригласил Шейхалиева в г. Шеффилд (Англия), где тогда располагалась компания Devu Corporation, для более детального знакомства с технологиями НЕТРАММ и консультаций использования ЦГР для гранулирования магния и свинца. С этого момента началось сотрудничество ученого из России и менеджера из Англии, которое в этом году имеет уже 20 летнюю историю. Это сотрудничество имело и имеет как научное, так и практическое значение.

Уральская фирма НЕТРАММ (УФН)

Компания занимается разработкой и внедрением новых технологий производства порошков распылением расплава. Получено 18 патентов на изобретения, опубликовано более 150 научных исследований. Внедрено в производство более 20 единиц оборудования для получения порошков алюминия, свинца, меди, магния, сплавов олова, ферросилиция и других металлов. Одновременно УФН является эксклюзивным дилером продвижения оборудования компании ASL на рынке России и ближнего зарубежья.

Шейхалиев Ш.М. видит задачи своей компании также в следующих направлениях:

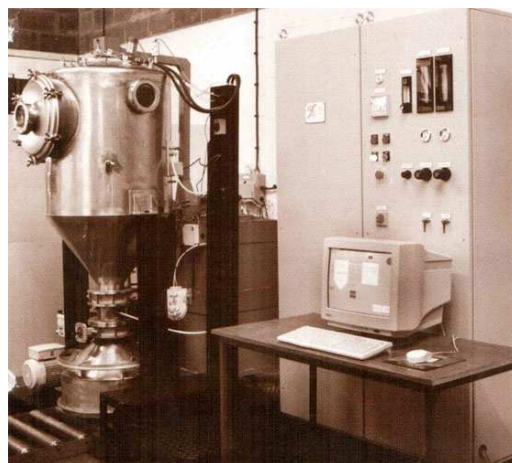
Разработка математических моделей и на их основе создание программных продуктов для моделирования процессов: траектории движения и затвердевания капель расплава, разработка конструкций распыления расплава высокоскоростными струями газа и воды, центробежное распыление струи расплава вращающимся диском со скоростью 20-60 тыс.

об/мин, закалки капель со скоростями 10^3-10^6 К/с на специальных кристаллизаторах,

Компания Atomising Systems Ltd (ASL)

В ряду компаний, занимающихся разработкой и изготовлением оборудования для производства порошков и гранул, таких как PSI Ltd (Англия), Dorst Technologies Inc (Германия), ALD (Германия) и др., компания ASL занимает особое место. Эта компания делает простое, надежное и не высокой стоимости оборудование.

Основной коллектив компании ASL берет начало от старейшей компании Devu Corporation, производящей различное прокатное оборудование для металлургической промышленности. В этой компании в 1972 г. было организовано отделение, которое создавало оборудование для производства проката путем струйного формования. Одним из направлений этого отдела стало направление производства металлических порошков. Компания поставила около 80 установок распыления в более чем 50 стран мира. В 1992 году на базе этого отделения и была создана новая компания Atomizing Systems Ltd во главе с её новым директором John Dunkley.



Установка УЗР

Компании ASL и УФН ведут совместные научные исследования в различных направлениях. Плодом этих исследований стали 5 совместных публикаций. Создано более 15 единиц оборудования для производства порошков различных металлов и сплавов

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА ПОРОШКА

Металлический порошок, как правило, имеет полидисперсный фракционный состав. Порошки, полученные распылением расплава, имеют распределение, определяемое как нормально-логарифмическое, описываемое следующим уравнением:

$$m(D) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2 D^2}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} \left(\ln \frac{D}{D_{50}}\right)^2\right]$$

Из этого распределения вытекают следующие характеристики:

D_{50} - медианный диаметр частиц. Медианный диаметр может быть по массе и по числу частиц. Медианный массовый диаметр это такой диаметр, при котором 50% (по массе) частиц имеют диаметр больше D_{50} и 50% частиц имеют размер меньше D_{50} .

σ - дисперсия или стандартное отклонение. Это мера разброса возможных исходов относительно среднего. Для порошков эта величина определяет разброс частиц относительно медианного и характеризует однородность частиц по размерам.

Нахождение D_{50} и σ проводят из опытных данных фракционного состава порошка.

Фракционный состав порошка определяют разными методами: ситовый, седиментация, лазерное сканирование и другие. Для крупных порошков обычно используют ситовый метод, для порошков среднего размера (80-10 мкм) применяют седиментационный анализ и для мелких и ультрамелких (20 - 0,1 мкм) применяют лазерный метод.

Полученный фракционный состав порошка можно представить двумя способами: дифференциальное и интегральное распределение (таблица 1).

По данным таблицы (4 столбец) строим интегральную зависимость размера фракции (мкм) от суммарного процента частиц (%) в логарифмических координатах. В этих координатах интегральная зависимость имеет линейный вид.

По графику определяем значение $D_{84,1} = 110$ мкм и значение $D_{50} = 60$ мкм. По данным значениям рассчитываем величину стандартного отклонения:

$$\sigma = D_{84,1} / D_{50} = 110 / 60 = 1,83$$

где $D_{84,1}$ - диаметр частиц в количестве 84,1% менее 110 мкм.

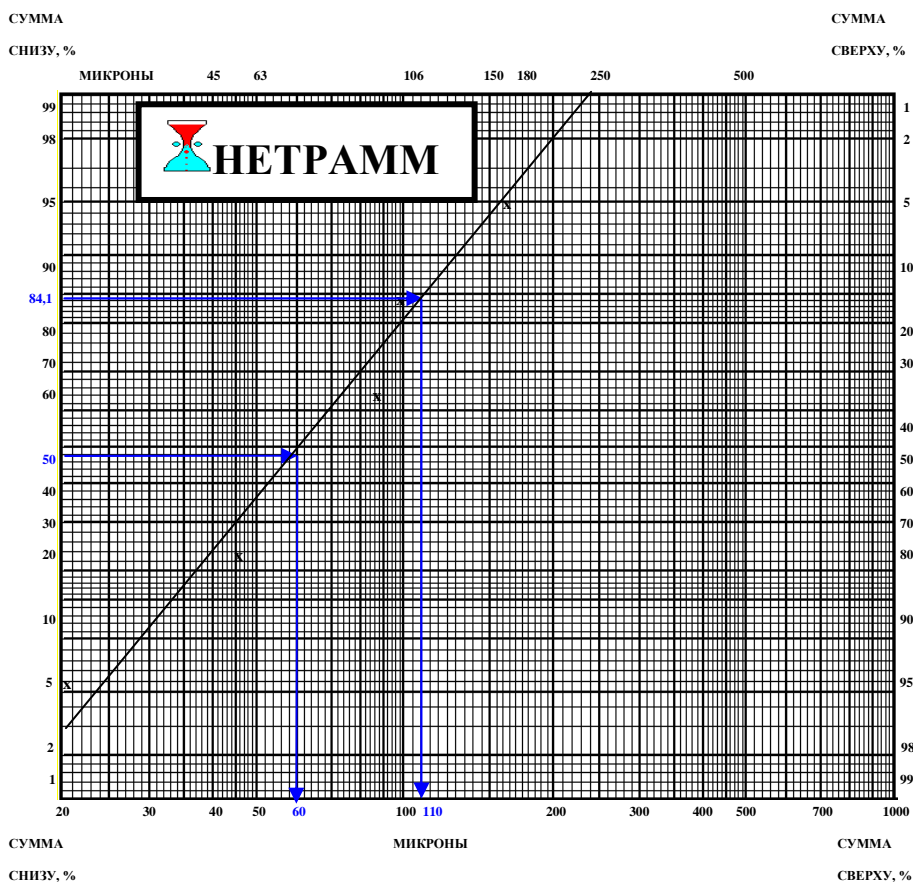


Таблица - Дифференциальное (2 столбец) и интегральное (4 столбец) распределение частиц по размерам

Размер фракции, мкм	Дифференциальный состав, т %	Размер фракции, мкм	Интегральный состав (по плюсу), %
1	2	3	4
+160	5		
-60+100	10	-160	95
-100+80	25	-100	85
-80+45	40	-80	60
-45+20	15	-45	20
-20	5	-20	5
D_{50}		60	
σ		1,83	

График интегрального распределения

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПЫЛЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ

№ п/п	Порошок металла, сплава	Область применения
1.	Медь	Электронная, приборостроительная, автомобильная, машиностроительная, химическая промышленность, а также производство металлических изделий, припойных порошков, паст, и красок специального назначения и др.
1.1	Бронза Cu-Sn-Zn Бронза Cu-Fe-Ni	Антифрикционные, износостойкие, устойчивые против коррозии покрытия; Противозадирные и уплотнительные покрытия на резьбовых соединениях нефтекомпрессорных труб. Антифрикционные, износостойкие, твердые, устойчивые против коррозии покрытия; Ремонт и защита поверхностей скольжения.
2.	Алюминий (порошок и гранулы)	В горнорудной промышленности для производства взрывчатых веществ; В черной металлургии применяются в качестве восстановителя, используются для нагрева прибыльной части слитка при литье черных металлов, при производстве ферросплавов широко используется алюмотермическое восстановление оксидов тугоплавких металлов; В лакокрасочной промышленности применяются в качестве красящего и защитного пигмента в составе различных красок; Порошкообразный алюминий применяется для приготовления так называемых "холодных припоев" (шпатлевки), которые используются для заполнения дефектов на поверхности металла.
3.	Цинк	Производство цинкнаполненных лакокрасочных материалов; антикоррозионные покрытия на металлических изделиях методами термодиффузионного цинкования и различных видов напыления; катализатор и реагент в химической промышленности; извлечение золота из коренных пород.
4.	Нержавеющая сталь	Применяются для создания жаростойких и коррозионноустойчивых покрытий на изделия из стали и сплавов; изготовление изделий горячим изостатическим прессованием, фильтрующие материалы.
5.	Сплав Sn-Pb, сплав Sn-Cu	Припойные порошки для электроники и фитинга.
6.	Композиционные металлические порошки Ni-Al	Порошки на основе самофлюсующихся сплавов - для создания износостойких рабочих слоев; Широко применяются для восстановления и упрочнения посадочных мест деталей автотранспорта и судовых механизмов.

SDMA 2009

7-9 сентября 2009 года в Бремене прошла 4-я Международная Конференция в области струйного формирования и распыления расплавов.

На конференции были представлены доклады ученых из разных стран: Франции, Германии, Китая, Англии, Швеции, России, США, Канады, Украины.

Некоторые доклады, представленные на конференции SDMA 2009

- Четвертое измерение в газовом распылении и влияние плотности газа на распыление расплавов

J.J. Dunkley, D.Aderhold, UK

В этой статье предполагается, что объяснение может быть найдено путем рассматривания механизма деления в четвертом измерении. Время деления и время ускорения капли освещены в литературных источниках и вместе дают возможность объяснить рассматриваемые эффекты. Предложены дальнейшие пути тестирования данной гипотезы.

- Характеристики порошков, распыленных центробежным способом

S.Sheikhaliev, V.Moskvitin, D.Panfilov, O.Shemyakina, J. Dunkley, Russia

Центробежное распыление применяется давно для распыления холодных жидкостей. Совсем недавно этот метод стал применяться для производства металлических порошков распылением расплавов. В данной работе поставлена задача, определить основные направления исследования для получения мелких частиц центробежным распылением.

- Применение газового распыления для производства грубых порошков с узким стандартным отклонением

I.E. Anderson, D.Byrd, R.S. Figliola, USA

На примере производства порошка с широким распределением

по медиане (до 275мкм) с массовым расходом газ/металл всего лишь 0,243 (что соответствует нормальным значениям для этого метода), было продемонстрировано газовое распыление форсункой DJ-ССА с расширенным внутренним отверстием и шлифованным литником, которые усиливают первичный распад капли. Было проведено три эксперимента по распылению алюминия (по свойствам близкого к магнию) газом аргоном. В результате экспериментов величина стандартного отклонения постоянно поддерживалась и составила 1,7-1,9. Важным параметром предполагаемого метода производства порошка магния, является возможность исключить опасные операции сепарации частиц порошка воздухом или дробления.

- Столкновение капель в перекрывающихся струях
S.Gao, U.Fritsching, Germany

Основная цель настоящего доклада, это исследование процесса столкновения капель расплава в перекрывающихся потоках. Таким образом, приведены и посчитаны данные распыления частиц в перекрывающихся струях. Показано, что увеличение отклонения угла атаки газовых потоков, ведет к увеличению общего процента столкновений и расширению области распределения частиц по их стандартному отклонению.

